

UMĚLÁ INTELIGENCE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Petr Michálek

Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology
Institute of Automation and Computer Science
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic
192291@vutbr.cz

Abstrakt: Tato práce se zabývá použitím algoritmů umělé inteligence ve zdravotnictví. Poskytuje pohled na obory, kde má slibnou budoucnost, a na překážky v její implementaci.

Keywords: AI, zdravotnictví, deep learning, machine learning, umělá inteligence, AUC

1 Úvod

Umělá inteligence je v dnešním světě žhavé téma a proniká do velkého množství odvětví. V automobilovém průmyslu se aplikuje s cílem vyvinout vozidla schopná jízdy bez řidiče. Internetové obchody a poskytovatelé služeb se pomocí algoritmů snaží zjistit preference svých zákazníků a nabízet jim relevantní produkty, aby maximalizovaly své zisky. Prodejem jejich aplikace ale nekončí, hodí se i v případech poskytování zákaznické podpory, kde např. chatboti umožňují odkazování zákazníka na relevantní zdroje pro vyřešení jejich problémů. Tím se je umožněno investovat čas lidských zaměstnanců jen do případů, které to vyžadují. Výrobci mobilních telefonů se v marketingových materiálech chlubí použitím (často blíže nespecifikovanými) AI algoritmy v jejich image processing pipeline, které mají zajistit schopnost zachytit nejlepší možný záběr bez ohledu na vnější podmínky, které typicky představují pro zařízení tohoto typu problém. V módě jsou také různé virtuální asistenti (Siri, Google Assistant, Alexa). [2, 5]

Už před tímto boomem, který pojem AI dostal do širokého povědomí, ale bylo zdravotnictví považováno za vhodného kandidáta k nasazení těchto technologií. Z předchozích příkladů určitě bystrý čtenář dokáže odhadnout, jak by AI mohla být užitečná – dobrý chatbot by mohl pomoci pacientovi rozhodnout, jestli je návštěva lékaře opravdu nezbytná. Schopnost zpracovávat a interpretovat obraz má potenciál zlepšit práci s lékařskými zobrazovacími metodami. [7]

2 Současný stav

Využití algoritmů umělé inteligence ve zdravotnictví zatím není příliš běžné. Lze ale předpokládat, že se tato situace postupem času změní. Dle dostupných dat jsou totiž do výzkumu AI technologií investovány miliardy dolarů, a to i ze strany samotných nemocnic. Zájem je znát i z akademické sféry, kde pravidelně roste počet publikovaných článků týkajících se umělé inteligence. Angažují se i společnosti, které nejsou tradičně se zdravotnictvím spojovány, jako Amazon nebo Google. Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA), zahájil "fast-track" program pro algoritmy AI určené k použití ve zdravotnictví. Zařazení AI do tohoto programu je další pozitivní zpráva pro budoucnost této technologie. Dopadem tohoto rozhodnutí by měla být rychlejší komunikace mezi entitami zapojenými ve vývoji a FDA, což má zkrátit proces schvalování a vést k rychlejšímu nasazení technologií v praxi. Mezi již schválené technologie patří např. nástroj pro diagnózu krvácení do mozku na základě snímků z výpočetní tomografie, zařízení schopné pomoci záchranářům na místě odhalit cévní mozkovou příhodu, nebo funkce pro detekci srdeční arytmie pramenící z fibrilace síní implementovaná společností Apple v jejich chytrých hodinkách. [10, 4]

Je tedy patrné, že AI jako nástroj pro zdravotnictví stále čeká dlouhý vývoj. Při hodnocení proveditelnosti jejich nasazení hrají roli i jiné faktory než jen přesnost algoritmu při určování diagnózy. Překážek je hned několik.

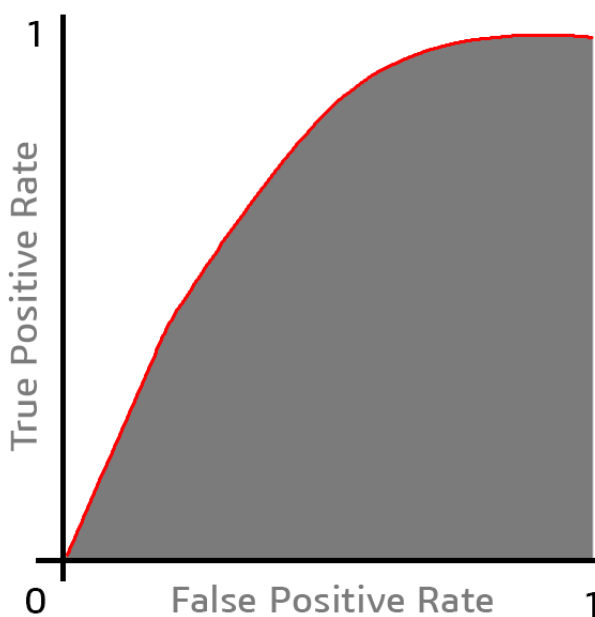
Pro nasazení algoritmů využívajících strojové učení je třeba mít k dispozici velké množství dat. Jsou nezbytná při jejich vývoji a testování. Pro rozsáhlou implementaci těchto systémů ve zdravotnických zařízeních bude nezbytné tato data sdílet. To představuje problém z hlediska bezpečnosti, soukromí a legislativy. Data musí být chráněna před pokusy o jejich neoprávněné získání a zneužití. Prvním krokem by měla být jejich anonymizace a znemožnění jejich identifikace, aby jejich případný únik měl minimální dopad. Je samozřejmě třeba zavést patřičná preventivní opatření, aby k úniku ideálně vůbec nedošlo. Vzhledem k nedávným ransomware útokům na několik nemocnic nelze tuto možnost podceňovat. [8, 11]

Aby měly algoritmy umělé inteligence šanci na plošné nasazení, musí současně používané systémy projít standardizací. Formát ukládaných dat se nyní neřídí pevnými pravidly, což brání v jednoduché implementaci nových algoritmů. Vzhledem k množství již existujících dat se může jednat o finančně a organizačně náročný úkon. Personál je také nutné patřičně proškolit, bez znalosti zásad správného používání těchto systémů a bez vědomostí o jejich případných nedostatcích, může být jejich užití kontraproduktivní. [11, 4]

V neposlední řadě může představovat problém i nepřipravená legislativní opatření. Například při nakládání s daty občanů EU to je GDPR. Pacient bude muset dát ke zpracovávání jeho dat informovaný souhlas. Může požadovat informace o tom, jak je s daty nakládáno a také jejich kompletní smazání. Získávání a nakládání s těmito daty tedy bude muset být důkladně promyšleno, aby bylo v souladu nejen s platnými zákony dané oblasti, ale bylo i bezpečné a vzbuzovalo v pacientech důvěru. Další otázkou je proces schvalování a kontroly. Na tyto typy zařízení nelze prostě aplikovat stejná pravidla jako při schvalování typických zdravotnických prostředků. Proces schvalování musí být navržen s ohledem na povahu těchto systémů, která může způsobit nekonzistentní chování. V případě, že je následkem použití takového systému pacient poškozen, není jasné, kdo za to ponese následky. [8, 4]

2.1 AUC

Jako zhodnocení přesnosti neurálních sítí se zde bude vyskytovat jedno číslo – tzv. AUC skóre (area under the ROC curve). AUC nabývá hodnot od 0 do 1 a získá se s z plochy pod ROC křivkou (receiver operating characteristic curve). Tato křivka vznikne vykreslením závislosti parametrů TRP (true positive rate) a FPR (false positive rate) na klasifikačním prahu. TRP je poměr správně klasifikovaných pozitivních případů ku všem skutečně pozitivním případům. FPR je poměr případů nesprávně klasifikovaných jako pozitivní ku všem skutečně negativním případům. Klasifikační práh určuje, do jaké skupiny je případ algoritmem zařazen. S vyšším AUC skóre má model vyšší pravděpodobnost ohodnotit náhodně zvolený případ správně. AUC skóre o hodnotě 0,5 by přesností odpovídalo neinformovanému hádání – síť by nebyla užitečná. Je nutno podotknout, že přesnost sítí mezi sebou nelze porovnávat naskrz různými průzkumy, a to kvůli jejich rozlišné metodologii. [3]



Obrázek 1: ROC křivka, AUC

3 Obory

Tato kapitola bude přehledem lékařských oborů, kde se umělé inteligence v současnosti používá nebo kde se v budoucnosti pravděpodobně používat bude. Z hlediska kategorizace je vhodné tyto prostředky rozdělit na tři kategorie – systémy pro zdravotníky, systémy týkající se administrativy a systémy pro pacienty. Pozornost je soustředěna hlavně na systémy pro zdravotníky, které jsou zajímavější než systémy určené pro optimalizaci administrativních úkonů.

3.1 Radiologie

Radiologií dnes rozumíme lékařský obor zabývající se diagnostikou pacienta na základě obrazu získaného pomocí ionizujícího záření, ultrazvuku nebo elektromagnetického záření. Je to obor, který byl pro aplikaci AI obzvláště zajímavý, protože každý rok vznikají miliardy rentgenových snímků. V praxi již byly zkušebně nasazeny hluboké neurální sítě (DNN) pro interpretaci rentgenů hrudi. [12, 2, 7]

Přesnost DNN se dle výzkumů liší v závislosti na chorobě. Vysoké přesnosti bylo dosaženo při hledání zlomenin kyčle (AUC 0,99). O trochu hůře bylo detekováno zvětšené srdce nebo pneumotorax (AUC 0,87), krvácení do mozku (AUC 0,84). Neurologická onemocnění byla detekována s daleko menší přesností (AUC 0,56). [10]

Přestože testované algoritmy byly více než stonásobně rychlejší než lidská interpretace snímků, nelze jejich diagnostické schopnosti srovnávat s přínosem dobrých radiologů, kteří jsou případně schopni ze snímku poznat více než jednu konkrétní chorobu, na kterou byl algoritmus "naučen". [1, 10]

3.2 Oftalmologie

Velmi dobrých výsledků bylo dosaženo při nasazení neurální sítě na snímky oka. Při zjišťování diabetické retinopatie bylo AUC 0,99. U makulární degenerace se přesnost snížila na cca 0,90. Vynikající výsledky algoritmus vykazuje při interpretaci dat z optické koherentní tomografie, kde AUC dosáhlo 0,99. Algoritmus pro plně autonomní diagnózu diabetické retinopatie byl schválen americkou FDA. Nasazení podobných algoritmů na snímky očí má velký potenciál v podobě monitorování rizikových faktorů pacientů a odhalení raných fází Alzheimerovy choroby nebo demence. [10]

3.3 Psychiatrie

V této oblasti má AI potenciál výrazně zlepšit přesnost diagnózy. Lékaři ji totiž staví na hodnocení chování člověka během relativně krátké doby, kdy jsou spolu v kontaktu, a dotaznících které podléhají neobjektivnímu sebehodnocení ze strany pacienta. Umělá inteligence zvládne interpretovat řeč, hlas, video, používání telefonu, uraženou vzdálenost a příspěvky na sociálních sítích k odhalení deprese, PTSD nebo předpovězení efektivity antidepresiv, nástupu psychózy a pokusů o sebevraždu. [5, 10]

Krom diagnózy mohou sloužit i k pomoci přímo pacientům. Ve formě chatbotů, kteří imitují konverzaci s člověkem, mohou sloužit jako nástroj pro kognitivně behaviorální terapii. To ji činí velmi dostupnou, jelikož stačí vlastnit chytrý telefon, a zároveň s sebou nenese strach z předsudků – robot působí nezáujatě. [5]

3.4 COVID-19

Algoritmy umělé inteligence byly použity i v boji proti onemocnění COVID-19. Na počátku šíření nového koronaviru byly použity machine learning modely, které z dat od search engineů jako je Baidu a sociálních sítí jako je WeChat zjistili kolik lidí opouštělo město Wu-Chan a na základě toho se snažili předpovědět kam se virus bude dále šířit. Některé společnosti zase využily počítačové modelování k nalezení 6 nových molekul, které mají být teoreticky schopné mařit reprodukci viru. Ze znalosti chování dříve známých koronavirů byl také modelován vliv počasí na šíření jeho nové varianty. Pomoc zdravotníkům se snaží poskytnout firma Infervision, která je zaměřená na vývoj umělé inteligence. Jejich řešení dokáže zjišťovat druhotné poškození plic pramenící ze zápalu plic způsobeného onemocněním COVID-19. Používá snímky plic z výpočetní tomografie. V případě nálezů dokáže informovat o jeho objemu, hustotě a tvaru, a to vše v čase kolem 10 sekund oproti až čtvrt hodině kterou si musí vyhradit zdravotník pro klasickou analýzu. To lékařům umožňuje se soustředit na nejakutnější případy a může doslova zachraňovat životy. [6, 9]

3.5 Ostatní

V oblasti kardiologie DNN vyhodnocovaly EKG a ultrazvukové snímky srdce. Přesnost diagnózy závisela na typu nemoci – AUC skóre se pohybovalo v rozmezí od 0,85 do 0,93. Prozatímni výzkumy z oboru patologie nasvědčují tomu, že AI je nejužitečnější v roli pomocníka patologa. V případech, kdy měli patologové k dispozici libovolné množství času byla jejich přesnost srovnatelná s algoritmy. Nejlepších výsledků bylo ale dosaženo kombinací obou přístupů. Zapojení umělé inteligence do patologické analýzy vedlo k přesnější klasifikaci typů nádorových onemocnění, k zrychlení celého procesu a ke zlepšení čitelnosti obrazových dat díky jejich zostření. Pro dermatologické aplikace je AI schopna relativně přesně klasifikovat typy rakovin kůže na základě obrazových dat. AUC se ve výzkumech pohybovalo kolem 0,95. [12, 10]

4 Závěr

Z míry implementace AI ve zdravotnictví je jasné, že tato technologie má před sebou ještě mnoho překážek, než bude považována za naprosto běžný a spolehlivý nástroj zdravotníků i pacientů. Mezi tyto překážky patří problémy s legislativou, která není připravena na unikátní problémy, které s sebou přináší testování a schvalování podobných technologií. Stejně tak je třeba vyřešit problematiku nakládání s daty pacienta. Pro správné plnění své funkce je nutné algoritmy průběžně validovat a trénovat, k čemuž je naprosto stěžejní mít dostatek kvalitních dat. To představuje problém legislativní, bezpečnostní, finanční i organizační. Důležitým faktem také zůstává, že výzkumy v přísně kontrolovaných podmínkách potvrzují pouze přesnost, s jakou tyto algoritmy detekují daná onemocnění. Jejich užitečnost ve skutečném nasazení je třeba dále potvrdit výzkumy s patřičnou metodologií. Takových technologií se již pár osvědčilo. V podmínkách odpovídajících reálným situacím zatím obstály např. tyto aplikace: pro odhalování diabetické retinopatie, zlomenin zápěstí, metastázy rakoviny prsu, malé kolorektální polypy a vrozené šedé zákal oka. Přímo pacienti již mohli přijít do styku s chatboty. Např. aplikace Woebot pomáhá lidem trpícím depresemi nebo úzkostmi pomocí kognitivně behaviorální terapie. Výhodou je její dostupnost, pacient se nemusí být stigmat spojených s mentálním onemocněním a možnost této služby využít kdykoliv. V budoucnu má AI největší potenciál v oborech, které zpracovávají velké množství obrazových dat. Tam, kde půjdou některé procesy částečně či zcela svěřit AI a automatizovat tak práci zdravotníků, budou velkým přínosem. Umožní se zefektivnění péče a předejde lidským chybám. Jejich nejednoduchá cesta na svět tak snad bude opravdovým přínosem.

Zdroje

- [1] ANDRÉ. Artificial intelligence and health care. *Health Informatics* (2019).
- [2] BINI, AND ALEC, S. Artificial intelligence, machine learning, deep learning, and cognitive computing: what do these terms mean and how will they impact health care? *The Journal of Arthroplasty* (2018).
- [3] GOOGLE. Classification: Roc curve and auc. <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/classification/roc-and-auc>, Mar 2021. Accessed on 2021-03-20.
- [4] HE, JIANXING, BAXTER, L., S., JIE, JIMING, XINGTAO, AND KANG. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature Medicine* (2019).
- [5] LOVEJOY, A., C., BUCH, VARUN, MARUTHAPPU, AND MAHIBEN. Technology and mental health: The role of artificial intelligence. *European Psychiatry* (2019).
- [6] MCCALL. Covid-19 and artificial intelligence: protecting health-care workers and curbing the spread. *The Lancet Digital Health* (2020).
- [7] RANSCHAERT, MOROZOV, AND ALGRA. *Artificial Intelligence in Medical Imaging*. Springer, Cham, 2019.
- [8] SCHÖNBERGER. Artificial intelligence in healthcare: a critical analysis of the legal and ethical implications. *International Journal of Law and Information Technology* (2019).
- [9] SELVARAJ, AND DAPAAH-AFRIYIE. Lung cavitation due to covid-19 pneumonia. *BMJ Case Reports CP* 13, 7 (2020).
- [10] TOPOL. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* (2019).
- [11] WARING, LINDVALL, AND RENATO. Nature biomedical engineering. *Artificial Intelligence in Medicine* (2020).
- [12] YU, BEAM, AND KOHANE. Artificial intelligence in healthcare. *Nature Biomedical Engineering* (2018).